

03 DEC 2003

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Best Available Copy

Fait à Paris, le 03 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

62 943



REC'D 29 JAN 2004	
WIPO	PCT

19.12.03

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

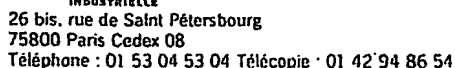
Fait à Paris, le 08 DEC 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE



## Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

**Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire**

09 540 76 1360809

<div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">13 DEC 2002</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> REMISE DES PIÈCES DATE LIEU </div> <div> 75 INPI PARIS   N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI </div> </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">0215841</div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">13 DEC. 2002</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>2</b> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE </div> <div style="padding: 5px;"> Jacques BEYLOT  THALES Intellectual Property  13 Avenue du Président Salvador Allende  94117 ARC'UEIL Cedex </div>	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i>		<div style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">62 943</div>	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date ____/____/____ N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)			
EQUIPEMENT ANTICOLLISION TERRAIN EMBARQUE A BORD D'AERONEF AVEC AIDE AU RETOUR EN VOL NORMAL.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b>  <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b>  <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b>  <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 0 . 2 . 4	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	173 Boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>15 DEC 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0215841</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif) <b>62 943</b>			
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		BEYLOT	
Prénom		Jacques	
Cabinet ou Société		THALES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	13 Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Cedex
N° de téléphone (facultatif)		01 41 48 45 09	
N° de télécopie (facultatif)		01 41 48 45 01	
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Jacques BEYLOT		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI   C. CONTE	

## EQUIPEMENT ANTICOLLISION TERRAIN EMBARQUE A BORD D'AERONEF AVEC AIDE AU RETOUR EN VOL NORMAL

La présente invention concerne la prévention des accidents  
aéronautiques dans lesquels un aéronef resté manœuvrable s'écrase au sol.  
Ce type d'accident, qui représente un pourcentage important des  
catastrophes aériennes civiles du passé, est connu dans la littérature  
technique sous l'acronyme CFIT tiré de l'expression anglo-  
saxonne "Controlled Flight Into Terrain".

Pour lutter contre les risques de CFIT divers équipements d'alerte  
de proximité du sol ont été introduits à bord des aéronefs.

Une première génération d'équipements d'alerte de proximité sol  
appelés GPWS (acronyme de l'expression anglo-saxonne : Ground Proximity  
Warning System") surveillent la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol  
mesurée par un radioaltimètre et la confronte :

- soit avec la vitesse verticale de descente de l'aéronef mesurée  
par un altimètre barométrique et/ou une centrale inertielle, la  
confrontation se faisant par comparaison simple (mode 1) ou,  
d'une manière plus sophistiquée, par filtrage non-linéaire  
(mode 2),
- soit avec une mesure antérieure de la hauteur au-dessus du  
sol pour signaler une perte anormale d'altitude au cours d'un  
décollage ou d'une approche manquée (mode 3),
- soit avec la vitesse air de l'aéronef et les positions du train  
d'atterrissage et des volets (mode 4);
- soit avec l'erreur verticale de présentation de l'aéronef dans le  
faisceau de guidage d'un ILS (acronyme tiré de l'anglo-saxon : "  
Instrument Landing System") lors d'un atterrissage (mode 5),
- soit encore avec la position de l'aéronef à proximité d'une piste  
d'atterrissage (call-out),
- soit avec l'angle de roulis,

pour déclencher une alerte sonore et/ou visuelle dans le cockpit en cas de  
détection d'un rapprochement dangereux avec le sol.

Malgré, cette première génération d'équipements GPWS le pourcentage d'accidents aéronautiques de type CFIT est resté élevé, essentiellement, pour les raisons suivantes :

- 5 - alerte de proximité sol tardive voire manquante due au principe même de la détection des risques de collision avec le sol par une radiosonde regardant sous l'avion et non au devant de l'avion,
- 10 - alarme de proximité sol manquante par suite d'une réduction temporaire, par l'équipage, de la sensibilité de l'équipement GPWS en vue de limiter les fausses alarmes (C'est le cas généralement des accidents intervenant au cours d'une approche finale d'un terrain d'atterrissage),
- 15 - alerte de proximité sol tardive car les seuils de déclenchement de l'équipement GPWS ont été momentanément relevés toujours pour limiter les fausses alarmes au cours d'une approche finale d'un terrain d'atterrissage,
- 20 - alerte de proximité sol dans les temps mais l'équipage a réagi trop tardivement ou n'a pas réagi à cause d'une désensibilisation de l'équipage résultant du taux trop élevé de fausses alertes, principalement dues à une prédiction de risque de collision à chaque fois que du terrain commence à monter sous l'avion de façon dangereuse ou non.

Le besoin d'améliorer ces équipements GPWS d'alerte sol de première génération s'est donc rapidement fait sentir. La voie suivie a été celle d'augmenter les informations prises en compte par les équipements d'alerte sol concernant le terrain situé au-devant et sur les côtés de la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef en profitant de l'avènement des systèmes de positionnement précis tels que les systèmes de positionnement par satellites et des cartes en relief numérisées mémorisables dans des bases de données embarquées.

Pour répondre à ce besoin d'amélioration, il est alors apparu une deuxième génération d'équipements d'alerte de proximité sol appelés TAWS (acronyme tiré de l'expression anglo-saxonne : "Terrain Awareness Warning System) remplissant en plus des fonctions GPWS habituelles, une fonction additionnelle d'alerte prédictive de risques de collision avec le relief et/ou des

obstacles au sol dite FLTA (acronyme tiré de l'expression anglo-saxonne « predictive Forward-Looking Terrain collision Awareness and alerting) ou encore GCAS (acronyme tiré de l'expression anglo-saxonne : " Ground Collision Avoidance system") Cette fonction FLTA consiste à fournir, à l'équipage, des pré-alertes et alertes à chaque fois que la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef rencontre le relief et/ou un obstacle au sol afin qu'une manœuvre d'évitement soit engagée.

La trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef est fournie par les équipements de navigation de l'aéronef à partir d'une mesure, dans les trois dimensions, de la position instantanée et du vecteur vitesse de l'aéronef donnés par un système de positionnement embarqué, typiquement : récepteur de positionnement par satellites et/ou centrale inertielle. Le relief et/ou les obstacles au sol font l'objet d'une représentation topographique extraite d'une base de données terrain et/ou obstacles, embarquée à bord de l'aéronef ou au sol mais accessible de l'aéronef par ses moyens de radiocommunication.

La fonction FLTA détermine la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef à partir d'informations fournies par les équipements de navigation de l'aéronef, pour délimiter un ou plusieurs volumes de protection autour de la position et de la trajectoire courantes de l'aéronef et engendrer des alarmes de risque de collision avec le relief et/ou des obstacles au sol à chaque intrusion, dans ces volumes de protection, du relief et/ou d'obstacles au sol survolés, modélisés à partir d'une représentation topographique extraite de la base de données terrain et/ou obstacles.

Un volume de protection lié à l'aéronef est une partie de l'espace dans laquelle l'aéronef est susceptible d'évoluer dans un futur plus ou moins proche. Son importance et sa forme dépendent du délai recherché entre une alarme et la réalisation d'un risque de collision, et, dans une certaine mesure de la manoeuvrabilité de l'aéronef à l'instant considéré, c'est-à-dire des capacités d'évolution de l'aéronef qui sont liées à ses performances, au module et à la direction de sa vitesse air, et à son attitude de vol (vol en ligne droite ou en virage, etc.). Il est défini par ses parois inférieure et frontale et, éventuellement, latérales.

Lorsqu'un risque de collision est détecté par la fonction FLTA, il est habituel d'engendrer, à l'intention de l'équipage de l'aéronef, une pré-alarme suivie d'une alarme.

Dans ce cas, la fonction FLTA fait appel à au moins deux volumes de protection dirigés vers l'avant selon la trajectoire future prédite et vers le dessous de l'aéronef. Un premier volume de protection, le plus distant de l'aéronef, est utilisé pour générer une pré-alarme tandis qu'un deuxième volume de protection plus proche de l'aéronef est utilisé pour générer une alarme.

La pré-alarme a pour but de donner conscience à l'équipage d'un risque à court terme de collision avec le terrain et/ou des obstacles sol afin qu'il en tienne compte dans le pilotage de l'aéronef. Elle est donnée suffisamment à l'avance pour que l'équipage puisse corriger sa trajectoire et se préparer à effectuer une éventuelle manœuvre d'évitement. Elle consiste par exemple, en un avertissement sonore répétitif de type : "Caution Terrain" doublé ou non d'une signalisation lumineuse et accompagnée ou non d'une symbologie spécifique sur un écran de visualisation (zone jaune par exemple) du cockpit.

L'alarme prévient l'équipage d'un risque à très court terme de collision avec le terrain et/ou des obstacles sol en lui conseillant fortement d'effectuer une manœuvre immédiate d'évitement, en général de type « pull-up ». C'est par exemple un avertissement sonore répétitif de type : " Terrain Terrain, Pull up" pouvant être également doublée d'une signalisation lumineuse et accompagnée ou non d'une symbologie spécifique sur un écran de visualisation (zone rouge par exemple) du cockpit. Quand une manœuvre de type « Pull-up » n'est pas jugée faisable par le système, une autre alarme peut être émise (par exemple « Avoid Terrain »).

Lorsque le risque à court terme ou très court terme de collision avec le terrain et/ou avec des obstacles au sol ayant motivé une pré-alarme ou une alarme disparaît notamment en raison de l'exécution d'une manœuvre d'évitement appropriée, la pré-alarme ou l'alarme est levée et les avertissements sonores et/ou lumineux supprimés.

Un tel dispositif fait l'objet des brevets français FR 2 689 668, FR 2 747 492, FR 2 773 609, FR 2 813 963 et des brevets américains correspondants US 5 488 563, US 5 638 282, US 6 088 654 dont le contenu



Lorsqu'un risque de collision est détecté par la fonction FLTA, il est habituel d'engendrer, à l'intention de l'équipage de l'aéronef, une pré-alarme suivie d'une alarme.

Dans ce cas, la fonction FLTA fait appel à au moins deux volumes de protection dirigés vers l'avant selon la trajectoire future prédite et vers le dessous de l'aéronef. Un premier volume de protection, le plus distant de l'aéronef, est utilisé pour générer une pré-alarme tandis qu'un deuxième volume de protection plus proche de l'aéronef est utilisé pour générer une alarme.

La pré-alarme a pour but de donner conscience à l'équipage d'un risque à court terme de collision avec le terrain et/ou des obstacles sol afin qu'il en tienne compte dans le pilotage de l'aéronef. Elle est donnée suffisamment à l'avance pour que l'équipage puisse corriger sa trajectoire et se préparer à effectuer une éventuelle manœuvre d'évitement. Elle consiste par exemple, en un avertissement sonore répétitif de type : "Caution Terrain" doublé ou non d'une signalisation lumineuse et accompagnée ou non d'une symbologie spécifique sur un écran de visualisation (zone jaune par exemple) du cockpit.

L'alarme prévient l'équipage d'un risque à très court terme de collision avec le terrain et/ou des obstacles sol en lui conseillant fortement d'effectuer une manœuvre immédiate d'évitement, en général de type « pull-up ». C'est par exemple un avertissement sonore répétitif de type : " Terrain Terrain, Pull up" pouvant être également doublée d'une signalisation lumineuse et accompagnée ou non d'une symbologie spécifique sur un écran de visualisation (zone-rouge par exemple) du cockpit. Quand une manœuvre de type « Pull-up » n'est pas jugée faisable par le système, une autre alarme peut être émise (par exemple « Avoid Terrain »).

Lorsque le risque à court terme ou très court terme de collision avec le terrain et/ou avec des obstacles au sol ayant motivé une pré-alarme ou une alarme disparaît notamment en raison de l'exécution d'une manœuvre d'évitement appropriée, la pré-alarme ou l'alarme est levée et les avertissements sonores et/ou lumineux supprimés.

Un tel dispositif fait l'objet des brevets français FR 2 689 668, FR 2 747 492, FR 2 773 609, FR 2 813 963 et des brevets américains correspondants US 5 488 563, US 5 638 282, US 6 088 654.

descriptif est à considérer comme intégralement incorporé à la présente description.

Souvent, la fonction FLTA est associée un dispositif d'affichage des risques de collision terrain affichant sur un ou des écrans installés à bord  
5 une image représentant en deux dimensions une enveloppe du terrain et/ou des obstacles survolés en mettant en évidence les risques de collision, avec leurs importances relatives, que font encourir les différents terrain et/ou obstacles à portée de l'aéronef.

Un tel dispositif de visualisation a fait l'objet du brevet français  
10 FR 2 773 609 et du brevet américain US 6 088 654 lui correspondant qui ont déjà étaient cités.

Les équipements anticollision sol actuellement connus, s'ils permettent de détecter les risques de collision sol et de les prévenir par une manœuvre d'évitement appropriée, ne permettent cependant pas de  
15 connaître avec précision l'instant à partir duquel une manœuvre d'évitement de terrain et/ou d'obstacles au sol entamée de manière appropriée pour traiter un risque de collision avec le terrain et/ou des obstacles au sol, peut être terminée et à partir duquel la reprise d'un vol normal peut être envisagée. En effet, la pré-alarme ou l'alarme s'arrête dès que le risque à  
20 court terme ou très court terme de collision avec le terrain et/ou avec des obstacles au sol l'ayant motivé disparaît notamment en raison de l'exécution d'une manœuvre d'évitement appropriée écartant suffisamment la trajectoire prévue à court terme pour l'aéronef, du terrain et/ou des obstacles au sol survolés, ce qui peut se produire alors que l'aéronef est en montée, sans  
25 avoir encore atteint l'altitude de sécurité prévue pour le lieu considéré.

L'affichage cartographique des équipements anticollision sol actuels ne renseigne pas non plus clairement sur l'instant où un risque de collision sol est effectivement résolu sauf s'il utilise comme altitude de référence d'altitude d'affichage une altitude liée à l'altitude instantanée de  
30 l'aéronef.

Comme il ne reçoit pas de signal de fin de manœuvre d'évitement de la part de l'équipement d'alerte de risques de collision de terrain et/ou d'obstacles au sol, l'équipage d'un aéronef attend d'être nettement au-dessus de l'altitude de sécurité fixée pour la zone survolée pour mettre fin à une

Souvent, la fonction FLTA est associée un dispositif d'affichage des risques de collision terrain affichant sur un ou des écrans installés à bord une image représentant en deux dimensions une enveloppe du terrain et/ou des obstacles survolés en mettant en évidence les risques de collision, avec leurs importances relatives, que font encourir les différents terrain et/ou obstacles à portée de l'aéronef.

Un tel dispositif de visualisation a fait l'objet du brevet français FR 2 773 609 et du brevet américain US 6 088 654 lui correspondant qui ont déjà étaient cités.

Les équipements anticollision sol actuellement connus, s'ils permettent de détecter les risques de collision sol et de les prévenir par une manœuvre d'évitement appropriée, ne permettent cependant pas de connaître avec précision l'instant à partir duquel une manœuvre d'évitement de terrain et/ou d'obstacles au sol entamée de manière appropriée pour traiter un risque de collision avec le terrain et/ou des obstacles au sol, peut être terminée et à partir duquel la reprise d'un vol normal peut être envisagée. En effet, la pré-alarme ou l'alarme s'arrête dès que le risque à court terme ou très court terme de collision avec le terrain et/ou avec des obstacles au sol l'ayant motivé disparaît notamment en raison de l'exécution d'une manœuvre d'évitement appropriée écartant suffisamment la trajectoire prévue à court terme pour l'aéronef, du terrain et/ou des obstacles au sol survolés, ce qui peut se produire alors que l'aéronef est en montée, sans avoir encore atteint l'altitude de sécurité prévue pour le lieu considéré.

L'affichage cartographique des équipements anticollision sol actuels ne renseigne pas non plus clairement sur l'instant où un risque de collision sol est effectivement résolu sauf s'il utilise comme altitude de référence d'altitude d'affichage une altitude liée à l'altitude instantanée de l'aéronef.

Comme il ne reçoit pas de signal de fin de manœuvre d'évitement de la part de l'équipement d'alerte de risques de collision de terrain et/ou d'obstacles au sol, l'équipage d'un aéronef attend d'être nettement au-dessus de l'altitude de sécurité fixée pour la zone survolée pour mettre fin à une

manœuvre d'évitement de terrain et/ou d'obstacles au sol, ce qui concourt à prolonger le temps de vol.

5 La présente invention a pour but de pallier l'inconvénient précité en donnant à l'équipage une indication claire de l'instant à partir duquel le conflit de terrain peut être considéré comme résolu et la manœuvre d'évitement peut être terminée, cela par le moyen d'annonces appropriées, aurales et/ou visuelles et/ou par une visualisation appropriée sur un ou plusieurs écran de bord donnant une représentation du terrain et/ou des  
10 obstacles survolés.

La présente invention a pour objet un équipement anticollision terrain embarqué à bord d'aéronef, comportant des moyens de détermination d'au moins une enveloppe virtuelle de protection d'évolution de l'aéronef  
15 construite autour de la trajectoire de l'aéronef prédite à court terme et délimitant un volume de protection autour de la position et de la trajectoire courantes de l'aéronef, des moyens de détection des intrusions, dans la ou lesdites enveloppes virtuelles de protection d'évolution, d'une représentation d'une enveloppe du terrain et/ou des obstacles au sol survolés mémorisée  
20 dans une base de données embarquée ou au sol, et des moyens d'alarme déclenchés par les moyens de détection d'intrusion. Cet équipement anticollision terrain est remarquable en ce que, après détection d'un risque de collision sol, ses moyens de détermination d'enveloppes virtuelles de protection fournissent, en plus des enveloppes virtuelles de protection  
25 d'évolution, au moins une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route, construite autour d'une trajectoire fictive de reprise de route, en ce que ses moyens de détection d'intrusion détectent les intrusions du terrain et/ou des obstacles sol à la fois dans la ou les enveloppes virtuelles de protection d'évolution et dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route et en ce que ses moyens d'alarmes engendrent une indication  
30 signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement dès que les moyens de détection d'intrusion ne constatent plus d'intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route.

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire horizontale.

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente horizontale si la trajectoire instantanée de l'aéronef est en montée ou en palier, et une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef si l'aéronef est en descente.

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef.

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain.

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain, si celui-ci était en descente, et une trajectoire horizontale si celui-ci était en vol horizontal ou en montée au moment de la détection du risque de collision terrain.

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap, le cap instantané de l'aéronef.

25

Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap et pente, ceux de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain.

Avantageusement, les limites de la ou des enveloppes virtuelles de protection sont définies par une surface dite palpeur dont la rencontre avec la représentation d'une enveloppe du terrain et/ou des obstacles au sol extraite des informations de la base de données est assimilée à une intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol dans l'enveloppe virtuelle de protection correspondante.

35

Avantageusement, quelle que soit l'attitude instantanée de l'aéronef (montée, vol en palier, descente), la projection à l'horizontale d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme  
5 palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef est une montée ou un vol en palier, la projection à l'horizontale d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur  
10 d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef est une descente, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de  
15 protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef est une descente, la projection, selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef, d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de  
20 protection d'évolution pendant une certaine distance ou temps de vol puis , selon l'horizontale, est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'équipement anticollision terrain est pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou des risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés, la projection, selon deux plans, adoptée comme palpeur d'une  
25 enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est réalisée de façon cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou des risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés.  
30

Avantageusement, lorsque l'aéronef était en montée ou en palier  
35 au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection à

l'horizontale d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

5           Avantageusement, lorsque l'aéronef était en descente au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain, d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle  
10 de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus distante, pour une pré-alarme de collision  
15 terrain et la plus proche pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections à l'horizontale des palpeurs des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

20           Avantageusement, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus distante pour une pré-alarme de collision terrain et la plus proche pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections selon un plan incliné ayant la pente de descente de l'aéronef au  
25 moment de la détection du risque de collision terrain, des palpeurs des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

30           Avantageusement, l'indication signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement est donnée momentanément sous forme aurale et/ou visuelle.

Avantageusement, l'équipement anticollision terrain engendre une indication de maintien de la manœuvre d'évitement sous forme aurale et/ou  
35 visuelle, à la disparition d'une l'alerte terrain et ce jusqu'à ce qu'aucun risque

de collision ne soit détecté par l'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement la distance verticale sous l'aéronef à laquelle  
5 est placée l'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise égale à celle utilisée pour l'une des enveloppes virtuelles de protection d'évolution.

Avantageusement, lorsque l'équipement anticollision terrain est  
10 pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou des risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés, la distance verticale sous l'aéronef à laquelle est placée une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou  
15 de risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- 20 - une figure 1 est un schéma de principe d'un équipement anticollision terrain embarqué à bord d'un aéronef en vue de sécuriser son pilotage,
- des figures 2 à 4 sont des vues, essentiellement dans le plan vertical, montrant différentes phases d'un évitement de terrain mené par un aéronef sous le contrôle d'un équipement anticollision terrain selon l'invention, et
- 25 - des figures 5, 6 et 7 sont des schémas illustrant des choix possibles de palpeur d'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

30 La figure 1 montre un équipement d'anticollision terrain 1 dans son environnement fonctionnel à bord d'un aéronef. L'équipement anticollision terrain se compose essentiellement d'un calculateur 2 associé à une base de données cartographiques 3. La base de données cartographiques  
35 représentée 3 est embarquée à bord de l'aéronef mais elle pourrait tout aussi



bien être au sol et accessible de l'aéronef par radiotransmission. Le calculateur 2 peut être un calculateur spécifique à l'équipement anticollision terrain ou un calculateur partagé avec d'autres tâches comme la gestion de vol ou le pilote automatique. En ce qui concerne l'anticollision terrain, il reçoit des équipements de navigation 4 de l'aéronef les principaux paramètres de vol dont la position de l'aéronef en latitude, longitude et altitude et la direction et l'amplitude de son vecteur vitesse. A partir de ces paramètres de vol, il détermine à chaque instant, au moins deux volumes de protection d'évolution dirigés vers l'avant selon une trajectoire future prédite et vers le dessous de l'aéronef, et recherche si ces volumes de protection entrent en contact avec le terrain et/ou les obstacles au sol survolés par comparaison de ces volumes de protection d'évolution avec une représentation du terrain et/ou des obstacles au sol survolés tirée de la base de données cartographiques 3, tout contact étant considéré comme un risque de collision avec du terrain et/ou des obstacles au sol. Il émet une pré-alarme 5 dès que le plus distant des volumes de protection est touché et une alarme si le plus proche des volumes de protection est également touché, et accompagne l'alarme, de la raison de l'alarme et éventuellement d'une indication sur la consigne d'évitement qui convient.

Par ailleurs, pour fournir à l'équipage de l'aéronef, une vision de la situation de l'aéronef par rapport au terrain et aux obstacles survolés, et, éventuellement, lui faciliter l'évaluation et la résolution des risques de collision terrain, l'équipement anticollision terrain 1 peut faire afficher sur un écran 6 du cockpit, une carte du terrain survolé faisant ressortir les zones de terrain menaçantes. Cette carte, généralement en deux dimensions, est constituée d'une représentation par courbes de niveau 7 du terrain survolé avec des fausses couleurs et/ou différentes textures et/ou symboles matérialisant l'ampleur du risque de collision correspondant à chaque tranche de terrain.

Un volume de protection lié à l'aéronef délimite une partie de l'espace dans laquelle l'aéronef doit pouvoir évoluer dans un futur plus ou moins proche sans risque de collision terrain. Son importance et sa forme dépendent du délai recherché entre une alarme et la réalisation d'un risque de collision, et, dans une certaine mesure, de la manoeuvrabilité de l'aéronef à l'instant considéré, c'est-à-dire des capacités d'évolution de l'aéronef qui

sont liées à ses performances, à l'amplitude et à la direction de sa vitesse air, et à son attitude de vol (vol en ligne droite ou en virage, etc..). Il est défini par une enveloppe virtuelle sans réalité physique, dont les seules parties inférieure et frontale et éventuellement latérales sont considérées.

5 Les parties inférieure et frontale d'un volume de protection sont habituellement assimilées à une bande, d'axe transversal horizontal, suivant, avec un certain décalage vertical fonction de la marge minimum de survol pour la situation considérée, la trajectoire qui serait suivie par l'aéronef dans le cas où son équipage viendrait à être averti d'un risque de collision terrain  
10 et lui ferait adopter, au bout d'un temps normal de réaction agrémenté d'une marge de sécurité plus ou moins longue, une trajectoire d'évitement en montée, avec une pente voisine du maximum de ses possibilités du moment. Cette bande va en s'élargissant pour tenir compte de l'incertitude de plus en plus grande sur la position prévisible de l'aéronef au fur et à mesure de  
15 l'augmentation du délai de prévision et s'ouvre sur le coté en cas de virage en fonction du taux de virage. Elle commence par se diriger dans la direction du déplacement de l'aéronef, puis s'incurve vers le haut jusqu'à adopter une pente de montée correspondant au maximum des possibilités de montée de l'aéronef. Elle sert de palpeur car c'est son franchissement par le terrain  
20 et/ou les obstacles au sol qui sert de critère pour décider de la pénétration du terrain et/ou des obstacles au sol dans le volume de protection et admettre l'existence d'un risque de collision.

Sur la figure 2, un aéronef A se déplace, en descente, à un instant  $t_1$  et dans une direction D, au-dessus d'un terrain de profil vertical R. Cet  
25 aéronef A est pourvu d'un équipement anticollision terrain qui met en œuvre deux volumes de protection d'évolution: un volume de protection distant utilisé pour des pré-alarmes donc pour la détection de risques de collision terrain à court terme et correspondant à un premier palpeur C, et un volume de protection proche utilisé pour des alarmes donc pour la détection de  
30 risque de collision terrain à très court terme et correspondant à un deuxième palpeur W. Les deux palpeurs C et W utilisés pour les pré-alarmes et les alarmes modélisent des évitements du relief par le haut entamés à des instants  $t_1 + T_{pa}$  et  $t_1 + T_a$  et nécessitant un temps de mise en œuvre  $T_m$ . La détection des risques de collision terrain à court terme implique de prévoir la  
35 manœuvre d'évitement par le haut au bout d'un délai plus grand que la

détection des risques de collision terrain à très court terme, ce qui se traduit par un décalage du palpeur C par rapport au palpeur W selon la trajectoire future prédite. Comme elle repose sur une prévision à plus long terme de la position de l'aéronef, elle est moins fiable. Pour lui conserver néanmoins la même sûreté de détection son palpeur C est également décalé vers le bas par rapport au palpeur W.

Dans la situation représentée à la figure 2, l'équipement d'anticollision de l'aéronef A détecte une pénétration du terrain au travers de son palpeur C à l'instant  $t_1$  et engendre en conséquence, une pré-alarme de risque de collision terrain. Cette pré-alarme alerte l'équipage de l'aéronef A du risque que lui fait courir sa trajectoire de descente.

Arrivé au point MW, l'équipement anticollision terrain de l'aéronef A engendre une alarme de risque de collision terrain car l'enveloppe de protection la plus proche adoptée EW rencontre une surface MTCD recouvrant le relief R et correspondant à une marge minimum de sécurité retenue pour tenir compte des imprécisions de la base des données cartographiques 3 et/ou de la position verticale de l'avion fournie par les senseurs de bord, et d'une hauteur minimum de survol pour assurer la sécurité.

Cette alarme de collision terrain conduit l'équipage de l'aéronef à arrêter la descente et à entamer sans délai une trajectoire d'évitement TE consistant en une remontée à une altitude de sécurité au-dessus des points haut du relief survolé.

La figure 3 montre situation de l'aéronef A à un instant ultérieur  $t_2$  alors qu'il entame une remontée pour éliminer le risque de collision terrain signalé par l'alarme de son équipement anticollision terrain. Les palpeurs C et W ont pris la nouvelle direction en montée de l'aéronef A et se sont redressés puisque l'aéronef A est proche du maximum de ses possibilités de montée. Ils ne rencontrent plus la surface MTCD recouvrant le terrain R de sorte que l'équipement anticollision terrain de l'aéronef A a fait cesser l'alarme de collision terrain. L'arrêt de l'alarme (aurale et lumineuse le cas échéant) informe l'équipage de la bonne efficacité de la manœuvre d'évitement par le haut en cours mais ne le renseigne pas sur la possibilité ou non de reprendre la trajectoire de descente qu'il suivait avant l'avènement

de l'alarme de collision terrain. Pour combler cette lacune, l'équipement anticollision terrain proposé prévoit au moins un troisième volume de protection dit de reprise de route, basé sur la position instantanée de l'aéronef A, ici en  $t_2$ , et sur une prévision de déplacement fictif allant dans le sens de la reprise de la trajectoire suivie au moment de la détection du risque avec le terrain (pré-alerte ou alerte). Dans le cas présent, le volume de protection de reprise de route est basé sur une prévision de déplacement fictif reprenant le cap instantané de l'aéronef A et sa pente de descente initiale, et correspond au palpeur L. Ce palpeur L rencontre la surface MTCD recouvrant le terrain R signifiant que la manœuvre d'évitement par le haut en cours de réalisation doit être poursuivie avant que le risque de collision terrain puisse être considéré comme résolu.

Dès que le palpeur L correspondant au volume de protection de reprise de route est libéré de toute emprise de la surface MTCD recouvrant le terrain R, l'équipement d'anticollision terrain émet, à l'attention de l'équipage, un constat de résolution du risque de collision terrain, signifiant la possibilité de reprendre la route initialement suivie. Ce constat peut prendre la forme soit de l'arrêt d'une consigne aurale et/ou lumineuse de poursuite de la manœuvre d'évitement (telle que « continuer montée ») qui a été initiée depuis l'arrêt de l'alarme, soit de la génération momentanée d'une consigne aurale et/ou lumineuse de fin possible de la manœuvre d'évitement.

La figure 4 montre situation de l'aéronef A à un instant postérieur  $t_3$  alors qu'il poursuit sa manœuvre d'évitement par le haut entamée pour éliminer le risque de collision terrain signalé par l'alarme de son équipement anticollision terrain. Les palpeurs C et W restent orientés en montée sans rencontrer le terrain R de sorte que l'équipement anticollision terrain de l'aéronef A n'émet ni pré-alerte, ni alarme. Dès que le palpeur L correspondant au volume de protection de reprise de route ne rencontre plus la surface MTCD recouvrant le terrain R signifiant que la manœuvre d'évitement par le haut en cours de réalisation peut être arrêtée et une trajectoire horizontale ou avantageusement la trajectoire initiale de descente reprise sans risque de collision à court terme avec du terrain et/ou des obstacles, l'équipement d'anticollision terrain émet, à l'attention de l'équipage, un constat de résolution du risque de collision terrain, signifiant la possibilité de reprendre la route initialement suivie. Comme indiqué

précédemment, ce constat peut prendre la forme soit de l'arrêt d'une consigne aurale et/ou lumineuse de poursuite de la manœuvre d'évitement (telle que « continuer montée ») qui a été initiée depuis l'arrêt de l'alarme, soit de la génération momentanée d'une consigne aurale et/ou lumineuse de fin possible de la manœuvre d'évitement.

La façon dont sont obtenus les paramètres de vol par les équipements de navigation 4 de l'aéronef ainsi que les traitements faits par le calculateur 2 sur les paramètres de vol et sur les éléments de la base de données cartographique 3 pour engendrer les pré-alarmes, les alarmes, les consignes d'évitement de terrain ainsi que pour éventuellement afficher une carte en fausses couleurs, par courbes de niveau du terrain survolé, ne seront pas détaillés pour ne pas alourdir la description. Pour des précisions à leur sujet, on se rapportera utilement aux brevets précédemment cités (les brevets français FR 2 689 668, FR 2 747 492, FR 2 773 609, FR 2 813 963 et les brevets américains US 5 488 563, US 5 638 282, US 6 088 654, US 6 317 663).

Comme pour la détection des risques de collision terrain, il peut y avoir plusieurs volumes de protection, par exemple deux volumes de protection de reprise de route, le plus distant pour signaler une résolution imminente d'un risque de conflit de terrain en cours de traitement et le plus proche pour un constat de résolution effective d'un risque de collision terrain. Le ou les palpeurs associés à des volumes de protection de reprise de route peuvent être déterminés par l'équipement anticollision terrain de manière indépendante des palpeurs associés aux volumes de protection d'évolution ou en découler.

La figure 5 donne un exemple, dans lequel le palpeur L associé à un volume de protection de reprise de route est pris égal à la projection, sur le plan horizontal, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain.

Une variante consiste à adopter pour le palpeur L associé au volume de protection de reprise de route, non pas la projection, sur le plan horizontal, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain mais la réunion des projections, sur le plan horizontal, des palpeurs W et C associés aux volumes de protection d'évolution dédiés aux pré-alarmes et alarmes de risques de collision terrain.

La figure 6 donne un autre exemple particulièrement adapté au cas où un aéronef A est soit, de façon instantanée en cours de descente lors de la résolution d'un risque de collision avec le terrain (a priori en cours de redressement vers un trajectoire montée), soit en descente au moment de la détection d'un risque de collision terrain. Dans cet exemple, le palpeur L associé à un volume de protection de reprise de route est pris égal à la projection, sur le plan de descente de l'aéronef A, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain.

Une variante consiste à adopter pour le palpeur L associé au volume de protection de reprise de route, non pas la projection, sur le plan de descente de l'aéronef A, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain mais la réunion des projections, sur le plan de descente de l'aéronef A, des palpeurs W et C associés aux volumes de protection d'évolution dédiés aux pré-alarmes et alarmes de risques de collision terrain.

La figure 7 donne un autre exemple particulièrement adapté au cas où un aéronef A est de façon instantané en cours de descente lors de la résolution d'un risque de collision avec le terrain (a priori en cours de redressement vers un trajectoire montée) dans lequel le palpeur L associé à un volume de protection de reprise de route est pris égal à la projection, sur le plan de descente de l'aéronef A, pendant une durée (ou une distance ) prédéterminée (par exemple de l'ordre de 30 secondes), puis sur un plan horizontal, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain. Avantageusement cette projection est définie de façon cohérente avec celle utilisée pour la représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles sur le ou les écrans de visualisation du cockpit utilisé pour ce système d'anticollision terrain, en particulier en prenant pour la durée prédéterminée une durée par exemple de l'ordre de 30 secondes fixe ou modulable suivant des critères propres à l'affichage des couches terrain.

## REVENDICATIONS

1. Equipement anticollision terrain (1) embarqué à bord d'aéronef  
5 (A), comportant, des moyens de détermination d'au moins une enveloppe virtuelle de protection d'évolution (W, C) construite autour de la trajectoire de l'aéronef prédite à court terme et délimitant un volume de protection autour de la position et de la trajectoire courantes de l'aéronef, des moyens de  
10 détection des intrusions, dans la ou lesdites enveloppes virtuelles de protection d'évolution (W, C), d'une représentation d'une enveloppe (MTCD) du terrain et/ou des obstacles au sol survolés mémorisés dans une base de données embarquée (3) ou au sol, et des moyens d'alarme (5) déclenchés par les moyens de détection d'intrusion,  
15 caractérisé en ce que, après détection d'un risque de collision sol, ses moyens de détermination d'enveloppes virtuelles de protection déterminent, en plus de la ou des enveloppes virtuelles de protection d'évolution (W, C), au moins une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route (L), construite autour d'une trajectoire fictive de reprise de route,  
20 en ce que ses moyens de détection d'intrusion détectent les intrusions du terrain et /ou des obstacles sol (R) à la fois dans la ou les enveloppes virtuelles de protection d'évolution (W, C) et dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route (L) et  
en ce que ses moyens d'alarmes engendrent une indication signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement dès que les moyens de  
25 détection d'intrusion ne constatent plus d'intrusion du terrain et/ou des  
obstacles au sol (R) dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route (L).

2. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la  
30 trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire horizontale.

3. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une  
pente horizontale si la trajectoire instantanée de l'aéronef est en montée ou  
35 en palier, et une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef si l'aéronef est en descente.

4. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef

5

5. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain.

10

6. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain, si celui-ci était en descente, et une trajectoire horizontale si celui-ci était en vol horizontal ou en montée au moment de la détection du risque de collision terrain.

15

7. Equipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap, le cap instantané de l'aéronef (A).

20

8. Equipement selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap et pente, ceux de la trajectoire de l'aéronef (A) au moment de la détection du risque de collision terrain.

25

9. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, les limites de la ou des enveloppes virtuelles de protection sont définies par une surface dite palpeur (W, C, L) dont la rencontre avec la représentation d'une enveloppe du terrain et/ou des obstacles au sol (R) extraite des informations de la base de données (3) est assimilée à une intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol (R) dans l'enveloppe virtuelle de protection correspondante.

30

10. Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce que, quelle que soit l'attitude instantanée de l'aéronef (A) : montée, vol en palier

35



ou descente), la projection à l'horizontale d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

5           11. Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef (A) est une montée ou un vol en palier, la projection à l'horizontale d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

10           12. Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef (A) est une descente, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection  
15 d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

20           13. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef (A) est une descente, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution pendant une certaine distance ou temps de vol puis selon l'horizontale, est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

25           14. Equipement selon la revendication 13, caractérisé en ce que, lorsque l'équipement anticollision terrain est pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés, la projection, selon deux  
30 plans, adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est réalisée de façon cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés.

15. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque l'aéronef (A) était en montée ou en palier au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection à l'horizontale d'un palpeur (W, C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

16. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque l'aéronef (A) était en descente au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection, selon un plan incliné ayant la pente de descente de l'aéronef (A) au moment de la détection du risque de collision terrain, d'un palpeur (W, C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

17. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus distante (C) pour une pré-alarme de collision terrain et la plus proche (W) pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections à l'horizontale des palpeurs (W, C) des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

18. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus distante (C) pour une pré-alarme de collision terrain et la plus proche (W) pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections, selon un plan incliné ayant la pente de descente de l'aéronef (A) au moment de la détection du risque de collision terrain, des palpeurs (W,C) des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

19. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'indication signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement est donnée momentanément sous forme aurale et/ou visuelle.

5 20. Equipement selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il engendre une indication de maintien de la manœuvre d'évitement sous forme aurale et/ou visuelle, à la disparition d'une l'alerte terrain et ce, jusqu'à ce qu'aucun risque de collision ne soit détecté par l'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route (L).

10 21. Equipement selon la revendication 1 caractérisé en ce que la distance verticale sous l'aéronef à laquelle est placée une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise égale à celle utilisé pour l'une des enveloppes virtuelles de protection d'évolution.

15 22. Equipement selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsque l'équipement anticollision terrain est pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles  
20 survolés, la distance verticale sous l'aéronef à laquelle est placée une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés.

---

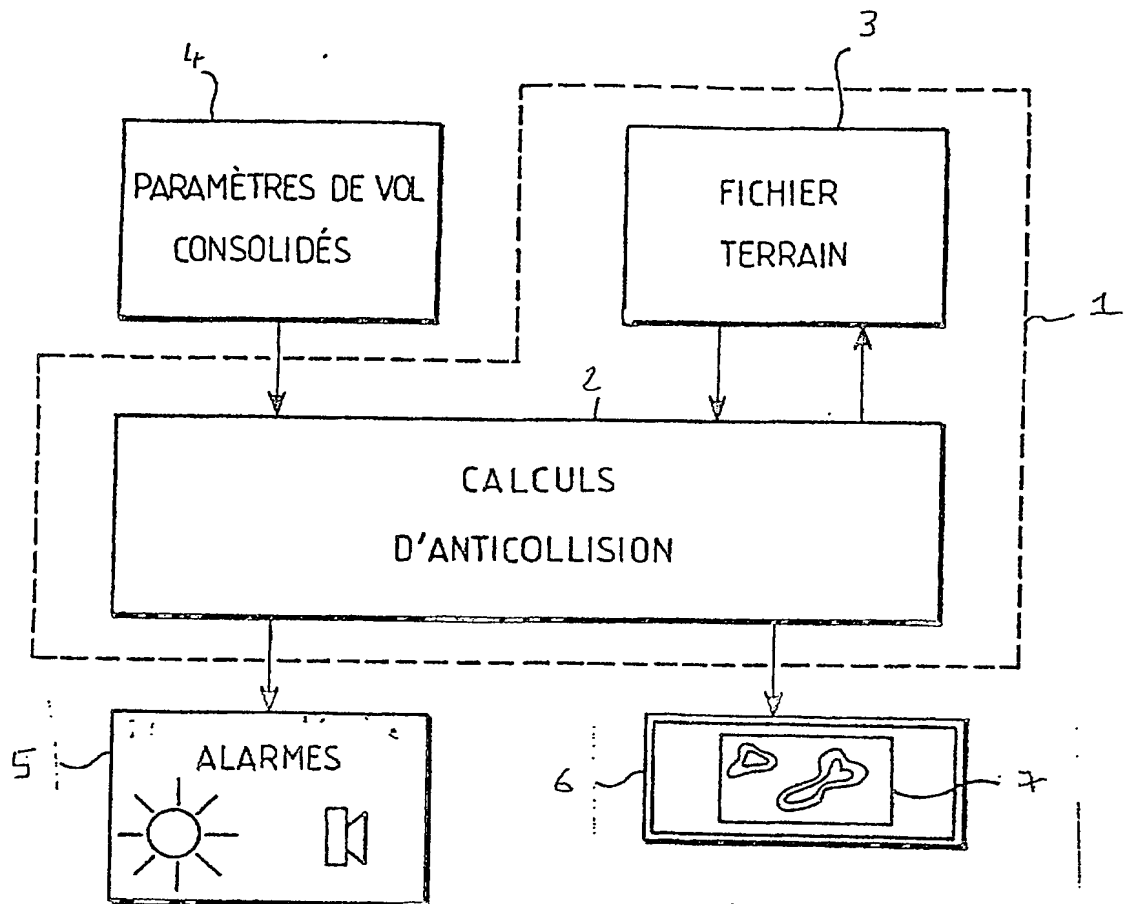


FIG.1

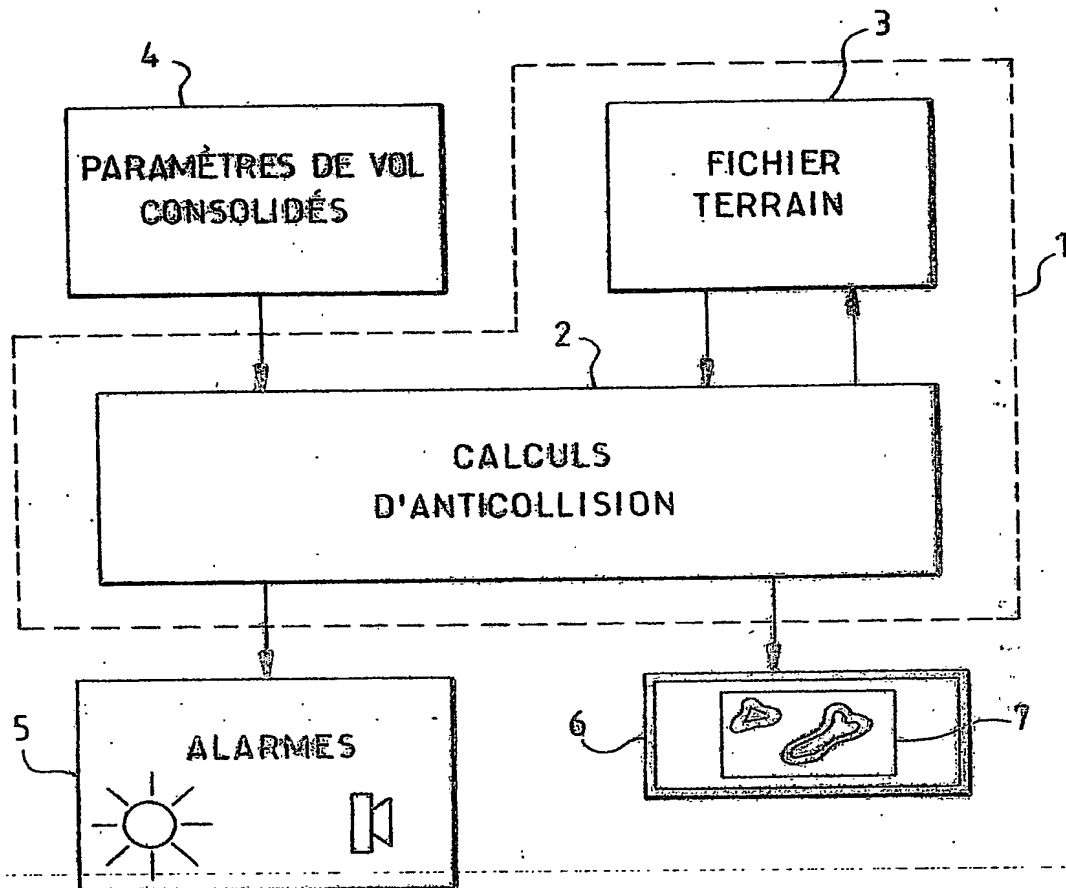


FIG.1

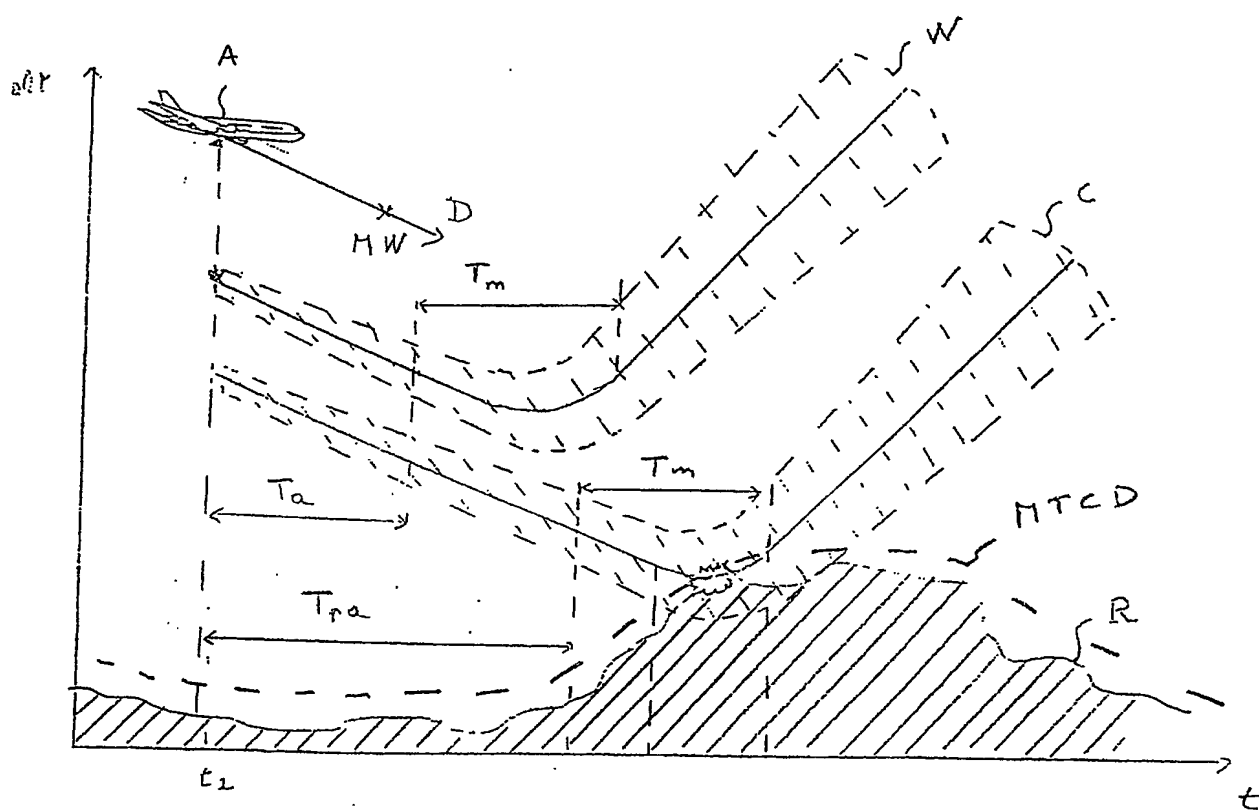


Fig 2

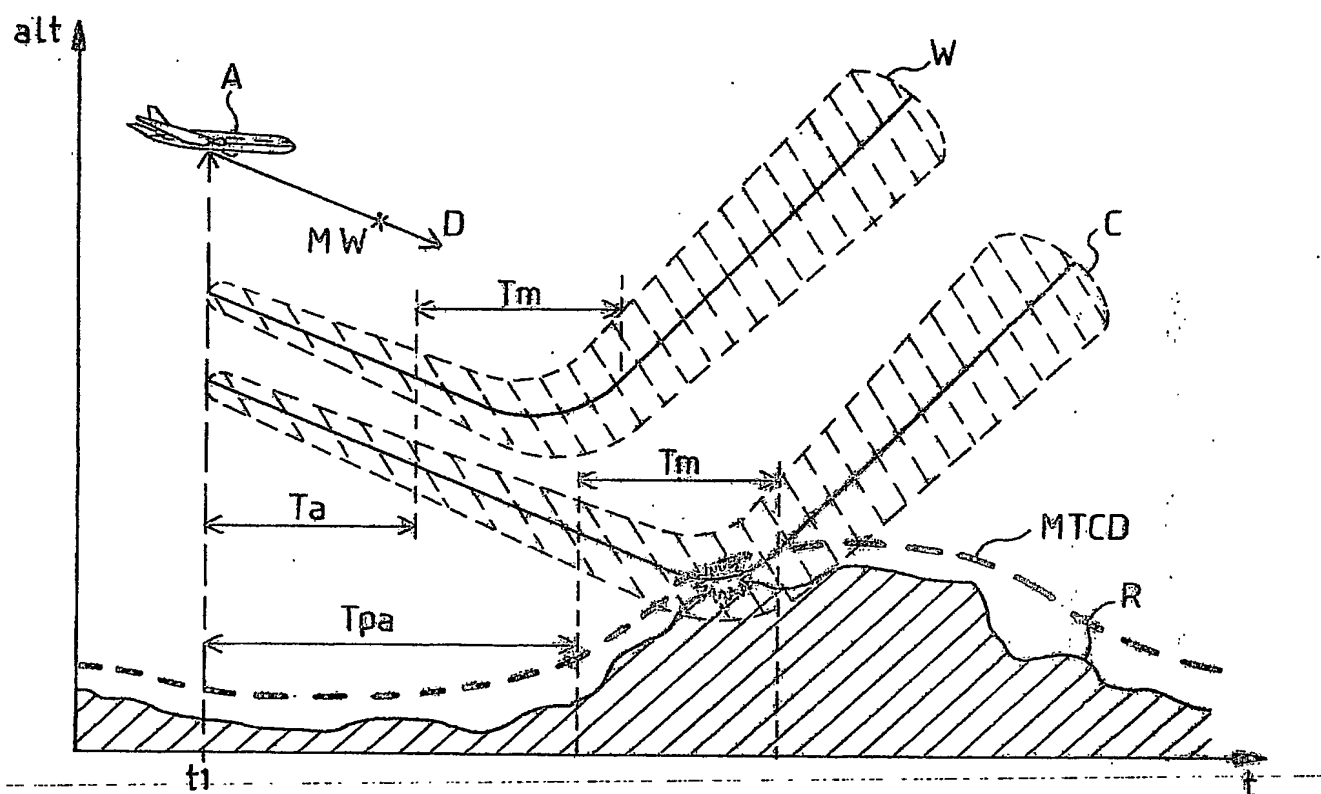


FIG.2

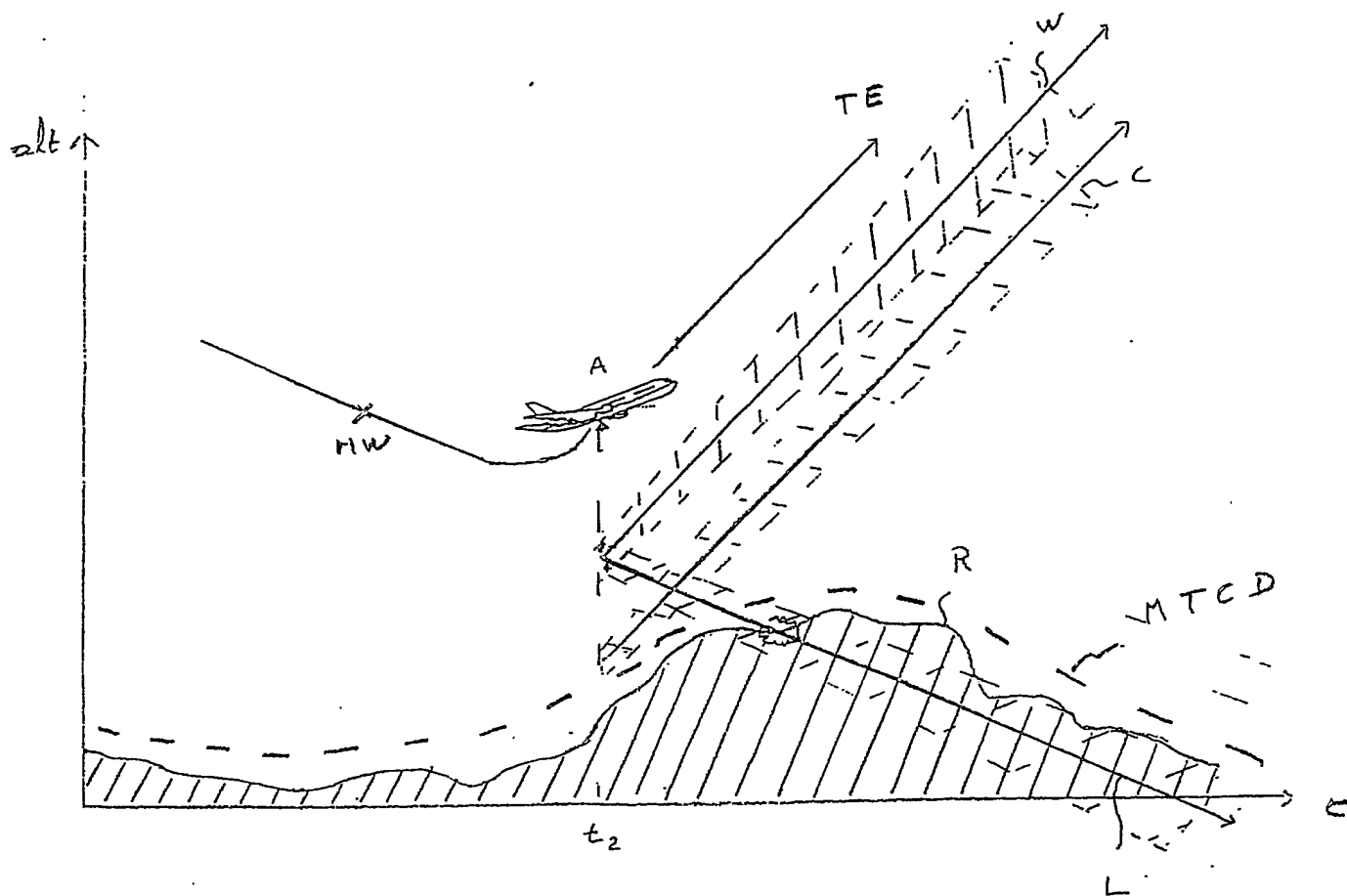


Fig 3.



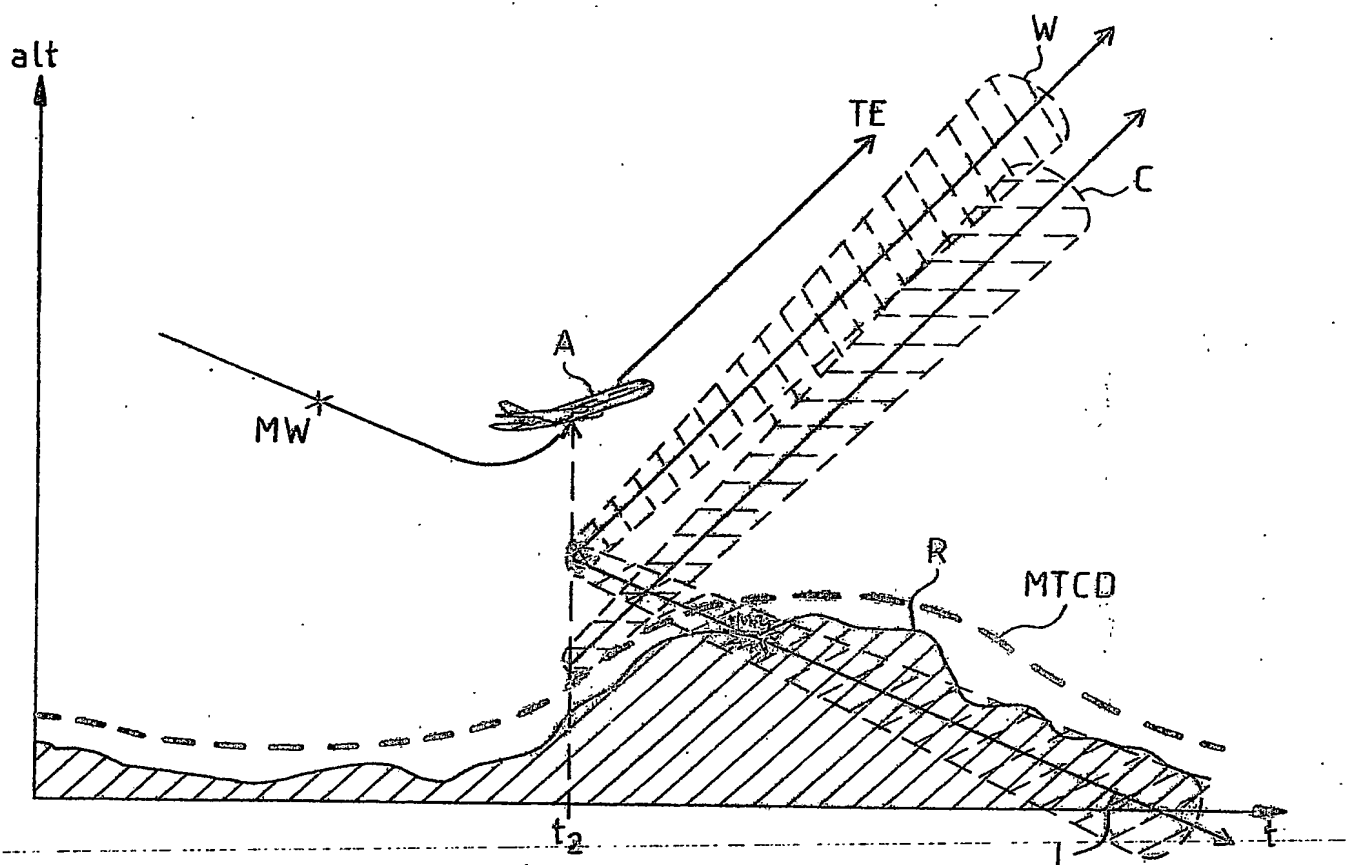


FIG.3

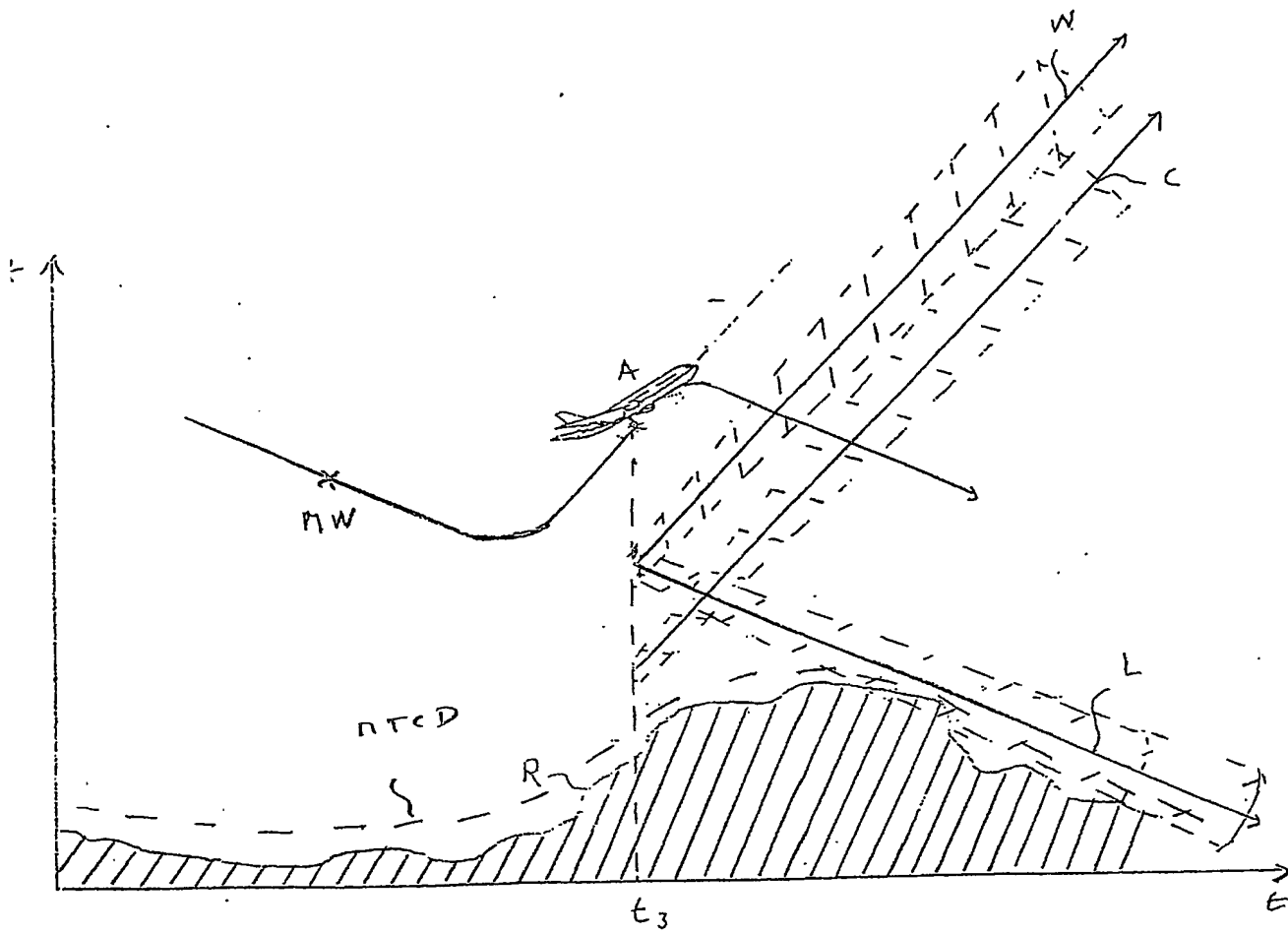


Fig 4

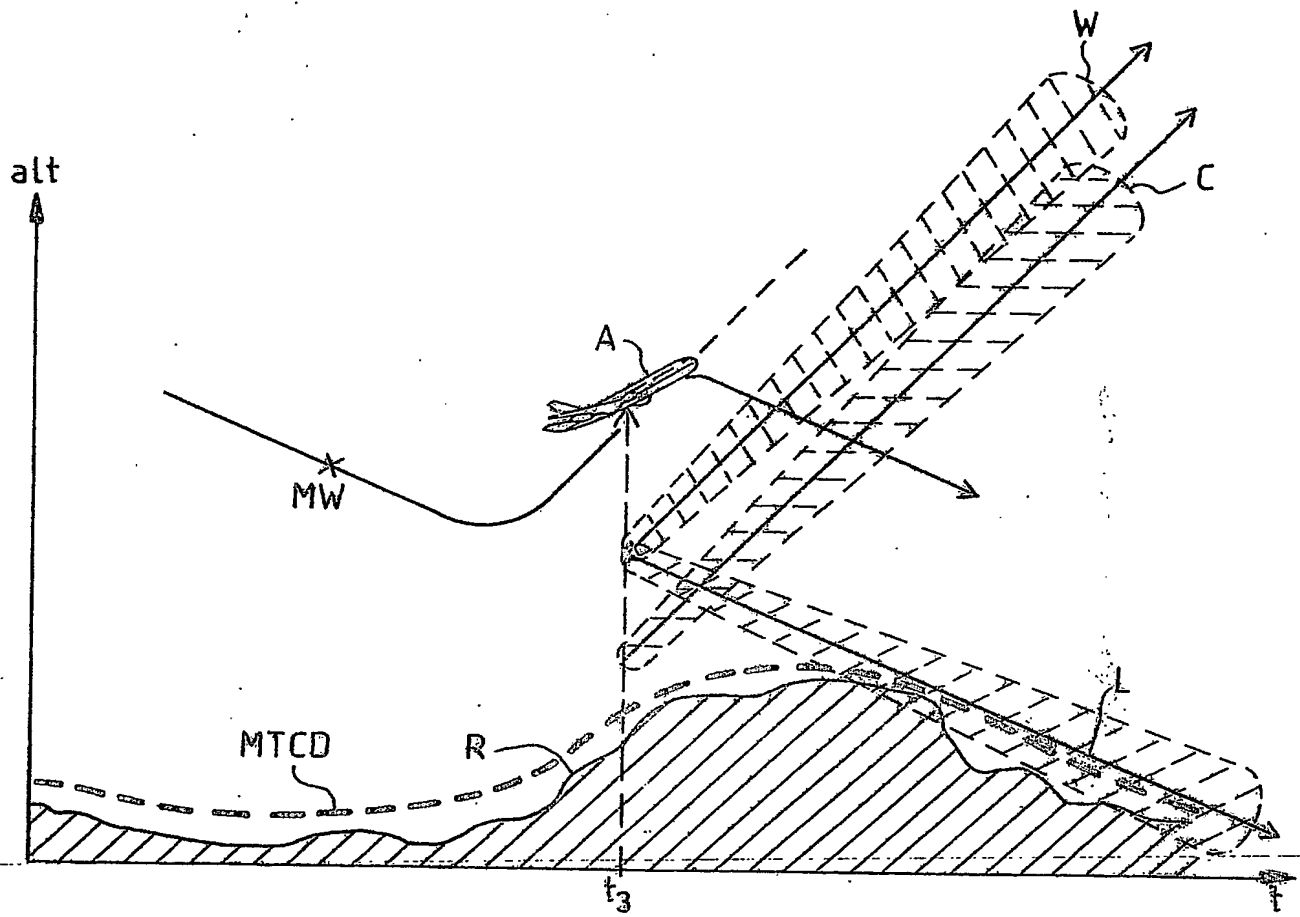


FIG.4

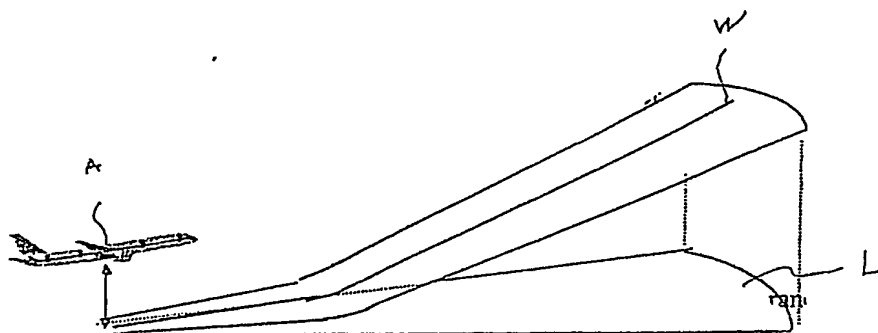


Fig 5

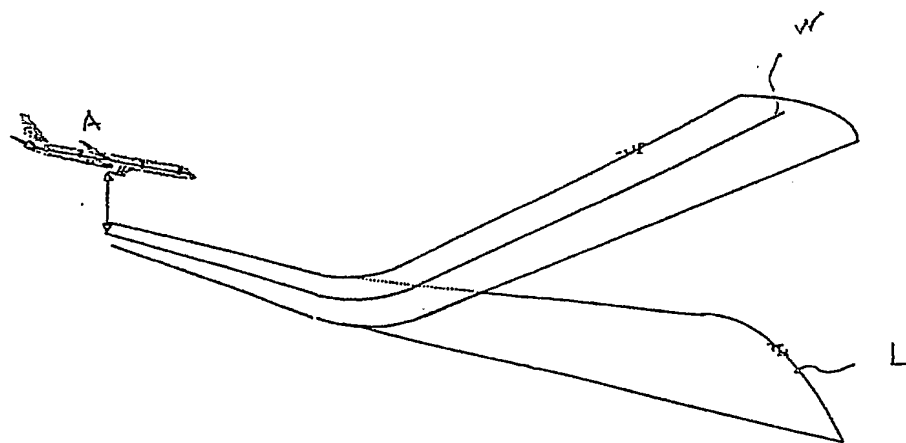


Fig 6

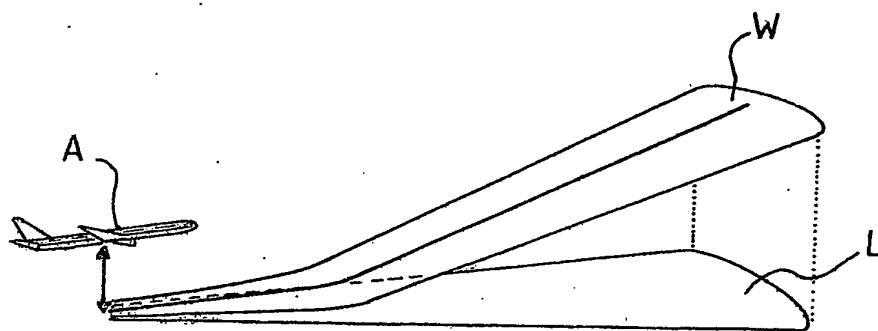


FIG. 5

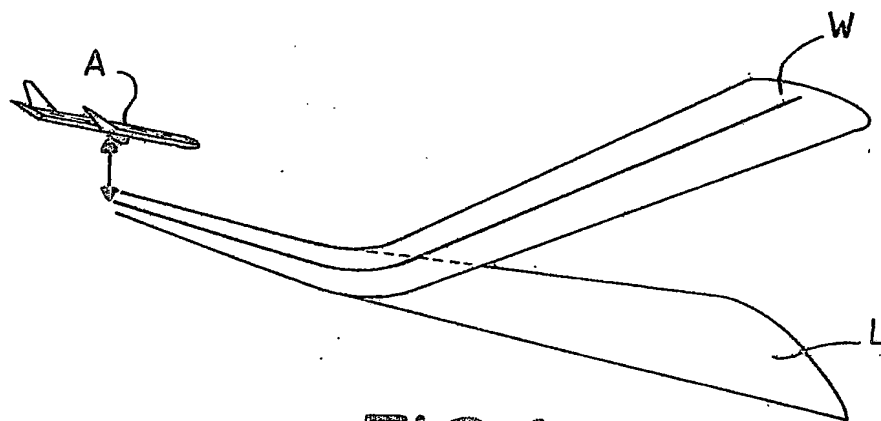


FIG. 6

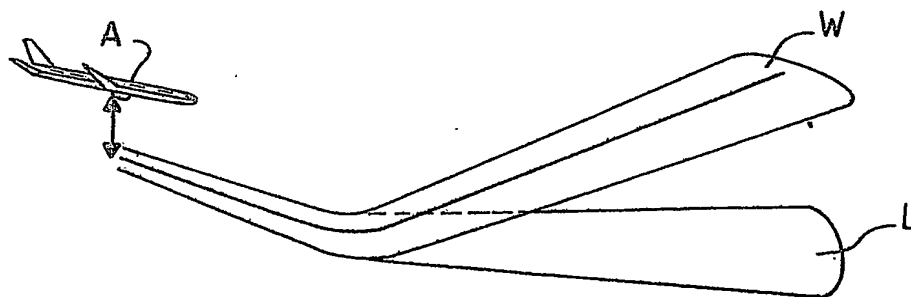


FIG. 7

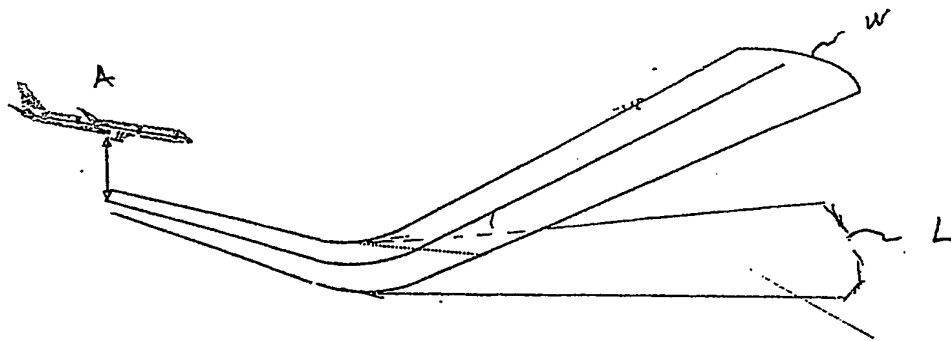


Fig 7

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif) 62943			
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		6215841	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
EQUIPEMENT ANTICOLLISION TERRAIN EMBARQUE A BORD D'AERONEF AVEC AIDE AU RETOUR EN VOL NORMAL.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		MEUNIER	
Prénoms		Hugues	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property - 13 Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Arcueil
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
13 DEC. 2002 Jacques BEYLOT			

PCT Application  
**PCT/EP2003/050921**





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**